

包絡分析法（DEA）を用いた水門の長寿命化対策における整備優先順位の検討

四電技術コンサルタント 正会員 ○松本幸太郎
香川県中讃土木事務所 非会員 桃田亜由美

四電技術コンサルタント 非会員 和田雄基
香川県中讃土木事務所 非会員 小野栄二

1. はじめに

香川県が管理する主要な 15 水門については、既設水門の土木建築設備および機械電気設備の調査点検結果等を基に、個々の水門に対し長寿命化計画が策定され、今後必要となる各年の維持管理・施設更新費（以下、維持費等と略す）が計画されている。しかし、15 水門トータルで考えた場合、対策時期が集中する等、計画期間内の年度毎にみると、必要となる維持管理費に偏りがみられる。このため、各水門に対して適正な維持管理を行っていく上で、機器毎に整備優先度を決定し、優先度の低い対策については先送りすることで、各年度に掛る維持費等を可能な限り平準化することが必要である。

本検討では、この平準化を行うための整備優先度の評価に、事業優先順位設定手法¹⁾として近年実績のある包絡分析法を用い、維持費等の平準化手法を検討したため、ここに報告する。

2. 包絡分析法（DEA）の概要

本検討で用いた包絡分析法（DEA : Data Envelopment Analysis）は、事業体の相対的な経営効率性の判定を目的として Charnes、Coopers らによって開発された手法²⁾であり、その特徴は以下のとおりである。

<DEA の特徴>

- ・ 評価項目に対する重み（配点）は各データに対して最も都合のよい（点数の高くなる）重みを設定する。
- ・ 重みは事業体のデータのみによって設定される。
- ・ 比率尺度によって評価する（優先順位を設定）。

DEA は、全てのデータを包絡するような優位集合（優先度が高い）であるフロンティアを求め、その効率的フロンティアと評価するデータの位置関係で比率尺度と定義される指標（図-1）を導くものである。DEA には、最も基本的な CCR モデル、フロンティア上のデータ間に優劣を設定できる超 CCR モデル等、数種類のモデルがあるが、本検討では 1～n 番までの優先順位を設定するため超 CCR モデルにより評価を行った。

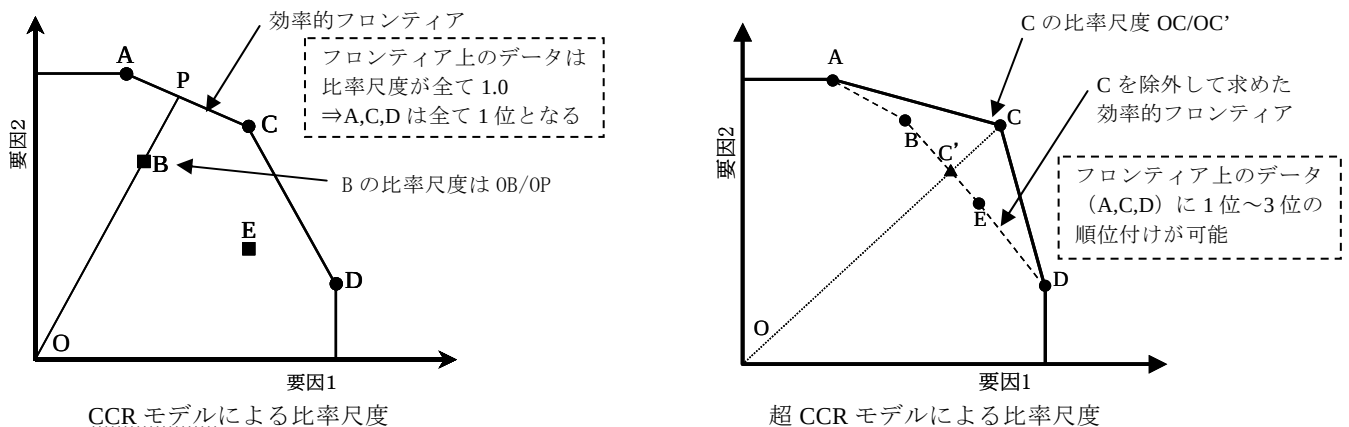


図-1 包絡分析法（DEA）の優先度評価の概念図

3. 整備優先度の評価方法と DEA 評価の必要性

平準化のための整備優先度の評価方法は、国交省のマニュアル³⁾により点検した結果を考慮し、以下のようなステップで評価するものとした。

Step1：長寿命化計画策定時の健全度評価結果(○,△,×の3段階)を用いて優先度を決定。

Step2：機器の点検結果より、対象機器が「致命的機器」に該当するか否か(2段階)で優先度を決定。

Step3：「社会への影響度レベル」と「設置条件レベル」による総合評価(低,中,高の3段階)で優先度を決定。

このうち、Step3 の「社会への影響度レベル」は香川県指針(案)⁴⁾において、扉体面積等により区分されており、扉体面積が 50m²以上では、全て「重要度 A」に分類される。今回の検討対象である 15 水門のほとんどが 50m²以上であることから、「社会への影響度レベル」では、優劣がつかない。また、「設置条件レベル」による評価においても、15 水門全てが河口付近に設置されている防潮水門であることから、優劣がつかず、上記に示した 3 ステップの評価により優先度を評価することは困難であった。

そこで、本検討では各機器の整備優先度がより細かく順位付けできるように、各水門の経過年数、周辺への影響、水門の規模を考慮した DEA 優先順位を、以下のように第 4 ステップとして付け加えて評価することとした。

Step4: DEA 評価順位（評価項目 3 要因：扉体経過年数、背後地の人口密度（DID 地区考慮）、扉体面積）で優先度を決定。

4. DEA による整備優先順位と維持費等の平準化

DEA による整備優先度の評価結果を表-1 に示す。ここで DEA 評価では各要因の値を点数化することなく、値（数値データ）をそのまま評価して優先度を評価するため、客観性を持った優先順位の設定が可能であることが分かる。

次に、DEA 評価順位を考慮（Step4 を付加）して設定した機器毎の整備優先順位を表-2 に示す。DEA 順位を付加して評価することにより、機器毎の順位がより細かく設定可能であることが確認できる。

さらに、決定した各対策の優先順位に基づいて維持費等の平準化を行った結果を図-2 に示す。なお計画期間は 2014 年～2053 年（40 年間）としている。

表-1 DEA による整備優先度評価結果

順位	DEA 計算用 No.	項 目	要因1	要因2	要因3
			扉体経過年数	背後地の人口密度 ^{※1} [人/km ²]	扉体面積 [m ²]
1	6	N 水門	50	162.1	63,000
2	1	G 水門	39	5205.6	116,935
3	12	C 水門	22	965.4	186,750
4	14	A 水門	9	2063.3	180,056
5	9	H 水門	40	5205.6	56,520
6	5	O 水門	26	6043.1	113,400
7	7	M 水門	34	5205.6	93,240
8	10	E 水門	31	5205.6	95,400
9	2	F 水門	32	1083.4	31,418
10	3	K 水門	21	3101.6	108,900
11	4	J 水門	17	3227.7	109,200
12	8	I 水門	16	2955.8	50,400
13	13	B 水門	20	356.5	81,000
14	11	D 水門	23	601.6	67,760

※1: H22国勢調査結果より、DID地区が含まれる場合は該当市町のDID地区の人口密度を、含まれない場合は該当市町全域の人口密度とした。

なお、L排水機場は本評価の対象外とする

表-2 DEA 順位評価を考慮した機器毎の整備優先順位
(上位 20 位/15 水門全施設の機器数 619 中)

優先順位	施設名	装置・機器		Step1 健全度	Step2 致命/非致命	Step3 総合評価	Step4 DEA順位
1	G 水門	土木施設	堰柱	補修(破損)	×	致命	高
1	G 水門	土木施設	欄干	補修(断面)	×	致命	2
3	H 水門	主ゲート	構造部	塗装	×	致命	高
3	H 水門	主ゲート	構造部	更新	×	致命	5
5	J 水門	右岸開閉装置	ワイヤロープ	更新	×	致命	高
5	J 水門	右岸開閉装置	ワイヤロープ	更新	×	致命	11
7	F 水門	土木施設	門柱・堰柱他	更新	×	致命	低
8	G 水門	左岸ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	高
8	G 水門	右岸ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	2
8	G 水門	両岸調整ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	2
11	C 水門	右岸ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	高
11	C 水門	左岸ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	3
11	C 水門	中央ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	3
14	E 水門	防潮ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	高
14	E 水門	防潮ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	8
15	J 水門	左岸ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	高
15	J 水門	右岸ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	11
17	D 水門	No.1ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	高
17	D 水門	No.2ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	14
17	D 水門	サブゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	高
20	F 水門	防潮ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	低
20	F 水門	防潮ゲート	水密ゴム	更新	×	非致命	9

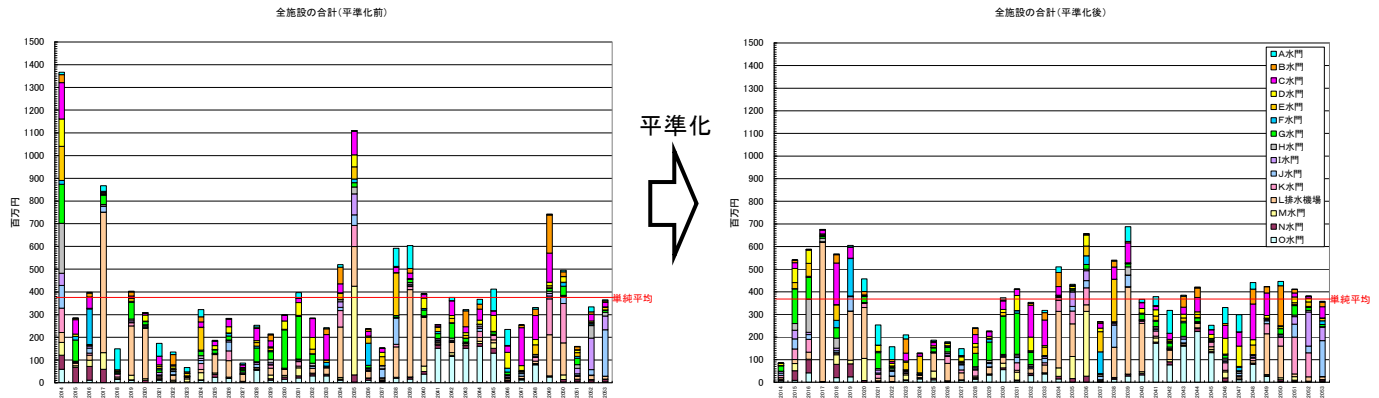


図-2 DEA 優先度評価を考慮した維持費等の平準化（15 水門全施設）

5. おわりに

本検討では、香川県管理の主要 15 水門を対象に、維持費等の平準化を行うための整備優先度検討を行った。DEA 評価を加えたことで、客観性を確保した上で、より細かな整備優先順位を設定でき、対策時期を分散させる平準化をより細分化して設定することができた。

- 1) 新技術情報提供システム：事業優先順位設定手法（NETIS 登録 No.CG-060015-A）
- 2) 刀根薫：経営効率性の測定と改善，日科技連，1993
- 3) 国交省 総合政策局建設施工企画課・河川局治水課：河川用ゲート設備点検・整備・更新検討マニュアル（案），H20.3
- 4) 香川県河川砂防課：香川県河川管理施設（堰・水門・樋門）維持管理指針（案），H21